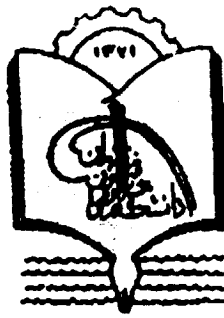


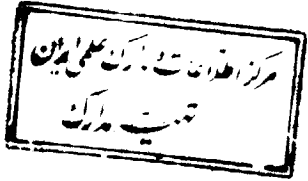
بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۳۴۸۵۸

۱۳۸۰ / ۱ / ۲۰



۳۴۸۶۵



وزارت فرهنگ و آموزش عالی
دانشگاه علوم و فنون مازندران

پایان نامه:
مقطع کارشناسی ارشد

011740

رشته:
مهندسی شیمی

عنوان:
مطالعه تئوری و تجربی فرآیند اختلاط در اکسترودرهای یک پیچه

استاد راهنما:
آقای دکتر حسین نازک دست

دانشجو:
علی اکبر عبدالی

تابستان ۱۳۷۹

تقدیم و سپاسگزاری

ضمن تشکر و قدردانی از استاد راهنمای پروژه، جناب آقای دکتر حسین نازکدست استاد عالیقدر دانشکده پلیمر و نیز جناب آقای مهندس افشین موسوی دانشجوی محترم دوره دکترای آن دانشکده که در طول اجرا و تدوین این پروژه راهنما و مشوق اینجانب بوده اند، این تحقیق را به پدر و مادر فداکارم که همواره در تمام دوران زندگی تکیه گاهی مطمئن برای طی طریق تحصیلات عالی بنده بوده اند تقدیم می نمایم.

اگر از حاصل عمرم در قیامت پرسند

گویم آن روز که در خدمت جانان بودند

چکیده

توسعه کاربرد و نیاز رو به رشد به مواد پلیمری با خواص اصلاح شده موجب گردیده است تا فرآیند اختلاط به عنوان یکی از مهمترین روشهای دست یابی به این نوع مواد مورد توجه بسیاری از محققین و صنعتگران قرار گیرد. از طرفی در فرآیندهای اختلاط نوع و طرح هندسی مخلوط کننده نقش مهمی را در تعیین کارایی و خواص مخلوط ایفا می نماید بطوریکه بستگی به نوع اصلاح و خاصیت مواد، طرح مخلوط کننده تغییر می کند در حال حاضر مخلوط کننده های مداوم از نوع اکسترودر بدلیل انعطاف پذیری و کنترل خواص مخلوط از اهمیت بالائی برخوردارند. یکی از شاخص ترین این نوع آمیزه سازها اکسترودر تک پیچه مجهز به ناحیه مدوک می باشد که در این پروژه سعی بر بررسی عوامل موثر بر اختلاط در آن گردیده است.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱- فصل اول: (اختلاط، Mixing)	
۱-۱- مفاهیم اساسی و مکانیزم اختلاط	۲
۱-۲- انواع اختلاط	۵
۱-۲-۱- اختلاط پراکنشی مذاب - جامد	۷
۱-۲-۲- اختلاط پراکنشی مذاب - مذاب	۷
۱-۳- شاخص اختلاط	۱۰
۱-۴- شدت تفکیک	۱۳
۱-۵- مقیاس تفکیک	۱۳
۱-۶- ضخامت نوار و سطح تماس	۱۵
۱-۷- دستگاههای مخلوط کننده	۱۷
۲- فصل دوم: فرآیند اختلاط در اکسترودرهای تک پیچه	
۲-۱- مقدمه	۲۱
۲-۲- اجزا اکسترودر	۲۱
۲-۳- ناحیه سنجش	۲۴
۲-۴- اختلاط لایه ای	۲۵
۲-۵- آنالیز اختلاط در اکسترودر	۳۰
۲-۶- اثر زاویه حلزونی مارپیچ بر روی اختلاط	۴۶
۲-۷- اثر بازآرایی در مخلوط کنها بر روی اختلاط	۴۸
۲-۸- انرژی مصرفی در اختلاط	۵۰

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۵۲	۲-۹-WATS.....
۵۳	۲-۱۰- روش تحلیلی محاسبه به توزیع زمان اقامت و WATS در یک اکسترودر تک پیچه ساده.....
۵۸	۲-۱۱- انواع مختلف طرح مخلوط کن بر روی مارپیچ اکسترودر.....
۳- فصل سوم: تاریخچه آنالیز و مدسازی ریاضی نواحی اختلاط - فلوتی	
۶۵	۳-۱- مقدمه.....
۶۷	۳-۲- آنالیز ریاضی.....
۷۳	۳-۳- تاثیر عوامل مختلف روی افت فشار.....
۷۳	۳-۳-۱- ارتباط شدت جریان و افت فشار.....
۷۴	۳-۳-۲- تاثیر زاویه حلزونی ناحیه اختلاط بر افت فشار.....
۷۵	۳-۳-۳- تاثیر عرض فاصله لقی (کلرانس) مانع تاجی بر افت فشار.....
۷۷	۳-۳-۴- تاثیر طول ناحیه اختلاط بر افت فشار.....
۷۸	۳-۳-۵- تاثیر رفتار غیرنیوتنی سیال بر افت فشار.....
۷۹	۳-۳-۶- تاثیر تعداد کانالهای ورودی بر افت فشار.....
۴- فصل چهارم: کارهای انجام شده در مورد شبیه سازی و بررسی اختلاط در ناحیه اختلاط مدوک	
۸۱	۴-۱- مقدمه.....
۸۱	۴-۲- مدلسازی ریاضی برای جریان غیرنیوتنی همدم.....

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۸۵	۴-۲-۱- سیال غیرنیوتنی پاورلا
۸۶	۴-۲-۱-۱- قسمت کانال
۸۷	۴-۲-۱-۲- قسمت مانع تاجی
۸۹	۴-۲-۲- سیال نیوتنی (ویسکوزیته محلی Local Viscosity)
۸۹	۴-۲-۲-۱- قسمت کانال
۹۰	۴-۲-۲-۲- معادله سرعت در قسمت مانع تاجی
۹۰	۴-۲-۲-۳- محاسبه واتس (WATS)
۹۳	۴-۲-۲-۴- محاسبه متوسط زمان اقامت
۹۴	۴-۲-۲-۵- محاسبه $F(t)$
۵- فصل پنجم: نتایج و بحث در مورد کارائی مدل ارائه شده	
۹۷	۵-۱- مقدمه
۹۷	۵-۲- عوامل موثر بر تغییرات شدت جریان (دبی)
۱۰۱	۵-۳- عوامل موثر بر تغییرات فشار اثر بیرینگ (Bearing Effect)
۱۱۰	۵-۴- عوامل موثر بر تغییرات سرعت برش
۱۱۳	۵-۵- عوامل موثر بر تغییرات متوسط زمان اقامت
۱۱۷	۵-۶- تغییرات تابع $f(t)$
۱۱۸	۵-۷- تغییرات واتس (WATS)
۱۲۰	۵-۸- تغییرات تابع $F(t)$
۱۲۰	منابع و مآخذ

فهرست تصاویر و نمودارها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱- نمایش شماتیک اختلاط توزیعی	۴
شکل ۱-۲- اختلاط جریان لایه ایی در یک لوله	۵
شکل ۱-۳- دو نوع بافت مختلف	۱۱
شکل ۱-۴- نمونه های فیلم تهیه شده از لوله های تولیدی با اکسترودرهای متفاوت ...	۱۲
شکل ۱-۵- نمایش شماتیک شدت تفکیک و مقیاس تفکیک	۱۴
شکل ۲-۱- مارپیچ اکسترودر	۲۲
شکل ۲-۲- برش در بین دو صفحه موازی	۲۵
شکل ۲-۳- نسبت ضخامت نوار بر علیه کرنش برشی	۲۷
شکل ۲-۴- تغییر شکل برش المان مکعبی	۲۸
شکل ۲-۵- تقریب صفحات موازی	۳۱
شکل ۲-۶- پروفایل سرعت در طول کانال	۳۲
شکل ۲-۷- پروفایل سرعت در مقطع عرض کانال	۳۲
شکل ۲-۸- پروفایل میزان برش در طول کانال	۳۳
شکل ۲-۹- پروفایل میزان برش در مقطع عرضی کانال	۳۳
شکل ۲-۱۰- جریان حلزونی شکل در طول کانال مارپیچ	۳۴
شکل ۲-۱۱- جریان در مقطع عرضی کانال	۳۵
شکل ۲-۱۲- ارتباط بین فاصله نرمال قسمت پایین و بالایی کانال	۳۵
شکل ۲-۱۳- کسر زمانی در ناحیه بالایی بر علیه فاصله نرمال	۳۷
شکل ۲-۱۴- زمان اقامت بر علیه فاصله نرمال	۳۸
شکل ۲-۱۵- برش در جریان چرخش در منطقه خارجی	۳۹

فهرست تصاویر و نمودارها

عنوان	صفحه
شکل ۱۶-۲- برش در جریان چرخشی در منطقه داخلی.....	۴۰
شکل ۱۷-۲- کرنش برشی در مقطع عرضی کانال برعلیه فاصله نرمال.....	۴۱
شکل ۱۸-۲- کرنش برشی در طول کانال برعلیه فاصله نرمال.....	۴۳
شکل ۱۹-۲- کرنش برشی کل برعلیه فاصله نرمال.....	۴۴
شکل ۲۰-۲- کرنش برشی کل برعلیه فاصله نرمال.....	۴۷
شکل ۲۱-۲- کرنش برشی کل برعلیه فاصله نرمال.....	۴۸
شکل ۲۲-۲- افزایش راندمان اختلاط با افزایش تعداد نواحی اختلاط.....	۵۰
شکل ۲۳-۲- انرژی مورد نیاز برای اختلاط در چهار نوع جریان.....	۵۱
شکل ۲۴-۲- مقدر کرنش کل برحسب تابعی از موقعیت.....	۵۶
شکل ۲۵-۲- مقدار واتس برحسب نسبت جریان فشاری به جریان دراگ، در زاویه های پیچ مختلف.....	۵۷
شکل ۲۶-۲- ناحیه اختلاط CTM.....	۶۰
شکل ۲۷-۲- ناحیه اختلاط بین شکل.....	۶۱
شکل ۲۸-۲- ناحیه اختلاط Egan.....	۶۲
شکل ۲۹-۲- ناحیه اختلاط UC.....	۶۳
شکل ۱-۳- مخلوط کن Maddock, Egan.....	۶۵
شکل ۲-۳- نمایش شماتیک اختلاط و مکانیزم برش در ناحیه اختلاط فنوتی.....	۶۶
شکل ۳-۳- کانالهای ورودی و خروجی در مختصات کارتزین.....	۶۷
شکل ۴-۳- افت فشار بر علیه شدت جریان.....	۷۴
شکل ۵-۳- افت فشار بر علیه زاویه حلزونی ناحیه اختلاط.....	۷۵

فهرست تصاویر و نمودارها

عنوان	صفحه
شکل ۳-۶-افت فشار بر علیه عرض مانع تاجی	۷۶
شکل ۳-۷-افت فشار بر علیه طول محوری	۷۷
شکل ۳-۸-افت فشار بر علیه رفتار غیر نیوتنی سیال	۷۸
شکل ۳-۹-افت فشار بر علیه تعداد کانال ورودی	۷۹
شکل ۴-۱-ناحیه اختلاط مدوک	۸۲
شکل ۴-۲-جریان ریلی بیرینگ	۸۳
شکل ۴-۳-شکل هندسی کانال در محورهای مختصات کارتیزین	۸۴
شکل ۵-۱-نمودار دبی برحسب ناحیه لقی مانع تاجی	۹۸
شکل ۵-۲-نمودار شدت جریان برحسب قطر پیچ	۹۹
شکل ۵-۳-نمودار شدت جریان برحسب زاویه مارپیچی ناحیه اختلاط	۱۰۰
شکل ۵-۴-نمودار فشار برحسب زاویه مارپیچی ناحیه اختلاط	۱۰۲
شکل ۵-۵-نمودار فشار برحسب قطر مارپیچ	۱۰۳
شکل ۵-۶-نمودار فشار برحسب دور پیچ	۱۰۴
شکل ۵-۷-نمودار فشار برحسب ناحیه لقی مانع تاجی	۱۰۵
شکل ۵-۸-نمودار فشار برحسب عمق کانال	۱۰۶
شکل ۵-۹-نمودار فشار برحسب شاخص پایداری	۱۰۷
شکل ۵-۱۰-نمودار فشار برحسب شاخص پاورلا	۱۰۸
شکل ۵-۱۱-نمودار فشار برحسب تعداد کانالهای ورودی	۱۰۹
شکل ۵-۱۲-نمودار سرعت برشی برحسب ناحیه لقی مانع تاجی	۱۱۰
شکل ۵-۱۳-نمودار سرعت برشی برحسب تعداد کانالهای ورودی	۱۱۱

فهرست تصاویر و نمودارها

صفحه	عنوان
۱۱۲.....	شکل ۱۴-۵- نمودار سرعت برشی برحسب زاویه مارپیچ ناحیه اختلاط
۱۱۳.....	شکل ۱۵-۵- نمودار متوسط زمان اقامت برحسب دور مارپیچ
۱۱۴.....	شکل ۱۶-۵- نمودار متوسط زمان اقامت برحسب زاویه مارپیچ ناحیه اختلاط
۱۱۵.....	شکل ۱۷-۵- نمودار متوسط زمان اقامت برحسب تعداد کانالهای ورودی
۱۱۶.....	شکل ۱۸-۵- نمودار متوسط زمان اقامت برحسب ناحیه لقی مانع تاجی
۱۱۷.....	شکل ۱۹-۵- نمودار تابع $f(t)$ برحسب زمان اقامت
۱۱۸.....	شکل ۲۰-۵- نمودار واتس برحسب تعداد کانالهای ورودی
۱۱۹.....	شکل ۲۱-۵- نمودار واتس برحسب ناحیه لقی مانع تاجی
۱۲۰.....	شکل ۲۲-۵- نمودار تابع $F(t)$ برحسب زمان اقامت

مقدمه

توسعه کاربرد مواد پلیمری در زمینه های مختلف و نیاز روزافزون به محصولات پلیمری با خواص اصلاح شده با مواد افزودنی، پلیمرهای تقویت شده و آلیاژهای پلیمری باعث گردیده تا فرآیند اختلاط به عنوان یکی از کلیدی ترین ابزار دست یابی به اهداف فوق توجه بسیاری از محققین و دست اندرکاران این صنعت را به خود جلب نماید.

اگرچه در طول سه دهه اخیر مطالعات نظری و تجربی گسترده ای در راستای شناخت مکانیزمهای حاکم و عوامل موثر بر اختلاط و همچنین طراحی و ساخت مخلوط کننده های مختلف صورت پذیرفته است، با اینحال پیچیدگی فرآیند اختلاط از یک سو و اهداف مورد نظر از آن که بطور مستمر تغییر می کند از سوی دیگر موجب گردیده تا علی رغم حجم بالای کارهای انجام شده هنوز بعضی از جنبه های مهندسی این فرآیند به عنوان موضوعات ناشناخته در برنامه تحقیقات دست اندرکاران صنایع پلیمر قرار گیرد.

اگرچه در طول چند سال اخیر استعداد تولید بعضی از پلیمرها در داخل کشور ایجاد گردیده است، با اینحال بدلیل در دست نبودن دانش فنی لازم در زمینه فرآیند اختلاط و ساخت مخلوط کننده ها هنوز سالانه حجم قابل توجهی از پلیمرهای اصلاح شده و آلیاژهای پلیمری به صورت مواد اولیه و یا محصولات تمام شده با ارزش افزوده جهت کاربردهای مختلف به داخل کشور وارد می گردد. این درحالی است که پلیمر پایه بسیاری از این محصولات در ایران تولید می گردد.

اهمیت موضوع فوق ما را برآن داشت که پروژه حاضر را پیشنهاد نمائیم. در این پروژه سعی گردیده تا ضمن بررسی پیشینه تحقیقات انجام شده بعضی از جنبه های ناشناخته فرآیند از نظر تئوری مورد مطالعه قرار گیرد. مخلوط کننده انتخاب شده در این پروژه از نوع اکسترودرهای مخلوط کننده تک پیچه مجهز به ناحیه مدوک می باشد.

در فصل اول پروژه، مفاهیم اختلاط و جنبه های مطالعاتی آن معرفی گردیده است. در فصل دوم، انواع اختلاط گرما و بخصوص اکسترودرها مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. در فصل سوم بعضی از جنبه های اختلاط در اکسترودرهای تک پیچه مجهز به ناحیه مدوک که هنوز بصورت ناشناخته باقی مانده، مورد مطالعه قرار گرفته و در فصل چهارم نتایج و نمودارهای حاصله ارائه شده است.

فصل اول

اختلاط ، Mixing

۱-۱- مفاهیم اساسی و مکانیزم اختلاط

این مبحث را می توان با دو مفهوم بنیادی شروع نمود : مخلوط و فرآیند اختلاط. مورد اولی به طبیعت مواد مربوط می شود درحالیکه دومی فرآیندی است که توسط آن خاصیت مخلوط تعیین می گردد. در اینجا سیستم هایی که از دو جزء تشکیل شده اند مورد بحث قرار خواهند گرفت. یکی از اجزاء در کل غلظت خیلی بیشتری نسبت به دیگری دارد که به آن جزء اصلی یا عمده و دیگری جزء فرعی یا کم نامیده می شود. اختلاط عبارت است از عملیاتی که در آن غیر یکنواختی مخلوط کاهش می یابد. برادکی^[1] (Brodkey) اختلاط را بر اساس سه مکانیزم نفوذ دسته بندی نمود: نفوذ ملکولی (Molecular)، نفوذ گردابی (eddy) و نفوذ توده (Bulk). نفوذ ملکولی فرآیندی است که در آن بواسطه اختلاف در گرادیان غلظت (پتانسیل شیمیایی) فرآیند اختلاط بصورت خودبخود پیش می رود. نفوذ ملکولی مکانیزم حاکم در اختلاط گازها و مایعات با ویسکوزیته پائین می باشد.

درفرآیند شکل دهی پلیمرها، بدلیل ویسکوزیته بالای مذاب، نفوذ گردابی (eddy) بندرت اتفاق افتاده و نفوذ مولکولی نیز که خیلی آرام اتفاق می افتد از اهمیت کمتری برخوردار میباشد. برای اختلاط جامد - جامد کنوکسیون یا جابجایی (Convection) تنها مکانیزم اختلاط است. البته باید دقت کرد، زمانی که یکی از دو جزء دارای وزن ملکولی پائین باشد (مثل: آنتی اکسیدانها، عوامل فوم کننده، رنگهای بکاربرده جهت لیاف، مواد افزودنی جهت ضد لغزندگی) نفوذ ملکولی می تواند یک عامل مهم در فرآیند اختلاط باشد. در اینجا بحث عمده فقط بر روی سیستمهای ویسکوزیته بالا است که نفوذ ملکولی در آنها کم اهمیت است. جابجایی یا کنوکسیون شامل حرکت ذرات سیال و یا حرکت توده جامد از مکانی خاص بجای دیگری از سیستم می باشد. نتایج فرآیند اختلاط با مکانیزم نفوذ از نوع جابجایی یا بصورت افزایش سطح بین اجزاء اصلی